

## PENGGUNAAN ABU BATU BARA SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL BETON AC-BC

Zulfhazli<sup>1)</sup>, Wesli<sup>2)</sup>, Said Jalalul Akbar<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh

email: [zulfhazli.abdullah@gmail.com](mailto:zulfhazli.abdullah@gmail.com); [wesli@unimal.ac.id](mailto:wesli@unimal.ac.id); [jaakidane@gmail.com](mailto:jaakidane@gmail.com)

### Abstrak

Abu batu bara terdiri dari partikel-partikel halus, gradasi dan kehalusan abu batu bara dapat memenuhi persyaratan gradasi untuk mineral filler. Penggunaan filler pada campuran aspal beton adalah untuk mengisi rongga dalam campuran, untuk meningkatkan daya ikat aspal beton, dapat meningkatkan stabilitas dari campuran aspal beton. Tujuannya dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan nilai Parameter Marshall akibat pengaruh penggunaan abu batu bara sebagai pengganti filler dengan beberapa variasi campuran. Metode penelitian menggunakan Metode Marshall dengan rujukan Spesifikasi Bina Marga tahun 2010 Revisi 2. Hasil penelitian menggambarkan nilai Flow pada campuran aspal mengalami peningkatan pada variasi 25% abu batu bara dengan nilai sebesar 3,30 mm dan kemudian meningkat sebesar 0,91% menjadi 3,33 mm pada variasi 50%, kemudian terus meningkat seiring bertambahnya kadar abu batu bara dalam campuran, hal ini disebabkan nilai VIM dapat menerima kadar abu batu bara bertambah dan rongga dalam campuran bertambah licin. Sedangkan nilai stabilitas pada campuran aspal mengalami penurunan dimulai pada kadar 25% abu batu bara nilai stabilitas sebesar 1431 kg kemudian menurun sebesar 70,79% pada kadar 50% abu batu bara sebesar 1418 kg nilai stabilitas mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar abu batu bara dalam campuran. Hal ini disebabkan oleh menurunnya penggunaan butiran abu batu yang mengakibatkan film aspal menjadi tebal, sehingga fungsi aspal sebagai pengikat berubah menjadi pelicin dan akan menurunnya nilai stabilitas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar komposisi abu batu bara dapat meningkatkan Flow namun menurunkan stabilitas campuran.

Kata kunci : *Aspal, Filler, Abu batu bara, Stabilitas, Flow.*

### 1. Pendahuluan

Pemanfaatan abu batu bara adalah salah satu cara untuk menangani abu hasil pembakaran dari pekerjaan industri yang jumlahnya sangat besar, walaupun nilai ekonomi rendah, tetapi pemanfaatan ini dapat mengurangi biaya penanganan limbah. Abu batu bara terdiri dari partikel-partikel halus, gradasi dan kehalusan abu batu bara dapat memenuhi persyaratan gradasi untuk mineral filler.

Penggunaan filler pada campuran aspal beton adalah untuk mengisi rongga dalam campuran, untuk mengikatkan daya ikat aspal beton, dan juga diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dari campuran aspal beton.

Tujuannya dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan nilai parameter *Marshall* pada penggunaan abu batu bara sebagai pengganti filler dengan beberapa variasi campuran dan ingin mengetahui pengaruh-pengaruh yang terjadi pada campuran aspal beton AC-BC.

Hasil penelitian menggambarkan bahwa nilai Flow mengalami peningkatan pada variasi 25% dengan nilai 3,30 mm, kemudian meningkat sebesar 0,91% (3,33 mm) pada variasi 50%, kemudian terus meningkat seiring bertambahnya kadar abu batu bara dalam campuran, hal ini disebabkan nilai VIM dapat menerima peningkatan kadar abu batu bara dan rongga dalam campuran bertambah licin. Sedangkan nilai stabilitas mengalami penurunan dimulai pada kadar 25% dengan nilai stabilitas sebesar 1431 kg kemudian menurun sebesar 70,79% (1418 kg) pada kadar 50% nilai stabilitas mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar abu batu bara dalam campuran. Hal ini disebabkan oleh menurunnya penggunaan butiran abu batu yang mengakibatkan film aspal menjadi tebal, sehingga fungsi aspal sebagai pengikat berubah menjadi pelicin dan akan menurunnya nilai stabilitas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar komposisi abu batu bara dapat meningkatkan Flow namun menurunkan stabilitas campuran.

## **2. Tinjauan Kepustakaan**

### **2.1 Struktur Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah suatu struktur perkerasan diletakan diatas tanah yang berfungsi untuk menampung beban lalu lintas yang melintasi diatasnya. Secara struktural lapisan perkerasan jalan harus dapat menerima dan meyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Fungsi utama perkerasan jalan adalah:

1. Menyediakan lahan untuk pergerakan barang dan manusia dengan rasa aman, nyaman dan sesuai dengan kebutuhan.
2. Melindungi *subgrade* dengan lapisan kedap air untuk mencegah air permukaan menginfiltrasi kedalam subgrade dan melemahkan.
3. Menahan tegangan regangan yang disebabkan oleh beban lalu lintas dan cuaca, dan memindahkan pada subgrade dengan batas-batas tertentu.

### **2.2 Kontruksi Perkerasan Jalan**

Konstruksi perkerasan jalan bersifat lentur yang dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pemakai jalan harus memenuhi persyaratan. Secara umum persyaratan tersebut dibagi menjadi dua (2) syarat yaitu syarat kemanan dan kenyamanan dan syarat kekuatan/ struktural.

#### **1. Syarat keamanan dan nyaman**

Kontruksi perkerasan lentur dipandang dari segi kemanan dan nyaman berlalu lintas harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Permukaan rata, tidak bergelombang dan tidak melendut
- 2) Permukaan cukup fleksibel, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban lalu lintas
- 3) Permukaan cukup kesat, sehingga dapat memberikan gaya gesek yang baik antar ban kendaraan dengan permukaan jalan, sehingga tidfak terjadinya selid.
- 4) Permukaan tidak mengilap, tidak silau jika terkena sinar, baik sinar matahari atau sinar lainnya.

#### **2. Syarat kekuatan/struktural**

Kontruksi perkerasan jalan dipandang dari segi ketahan dan kemampuan memikul dan meyebarkan beban lalu lintas, harus memenuhi syarat-syarat:

- 1) Ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- 2) Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya yang mengakibatkan terjadinya perlemahan.
- 3) Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- 4) Perkerasan mampu memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

### 2.3 Filler

Menurut Hardiyatmo (2007), bahan pengisi *filler* yang merupakan material berbutir halus yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm), dapat terdiri dari debu batu, kapur padam, semen portland, atau bahan non-plastis lainnya bahan pengisi ini mempunyai fungsi:

- a. Sebagai pengisi antara partikel agregat yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek, serta penguncian antar butiran yang tinggi.
- b. Jika ditambahkan ke dalam aspal, bahan pengisi akan menjadi suspensi, sehingga terbentuk mastik yang bersama-sama dengan aspal mengikat partikel agregat. Dengan penambahan pengisi aspal menjadi lebih kental, dan campuran aspal akan bertambah kekuatannya.

Bahan pengisi (*filler*) untuk campuran aspal adalah:

- a. Bahan pengisi yang ditambahkan harus terdiri dari debu batu kapur, *cement portland*, abu terbang, abu tanur semen, atau bahan *nonplastis* lainnya dari sumber manapun. Bahan tersebut harus bebas dari bahan yang tidak dikehendaki.
- b. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan gumpalan dan bila diuji dengan penyaringan sesuai SNI 03-4142- 1996 harus mengandung bahan yang lolos saringan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % dari yang lolos saringan No. 30 (600 micron) serta harus memenuhi gradasi sesuai Table 1.

**Tabel 1 Spesifikasi *Filler* untuk campuran beton aspal**

Saringan (mm)	% Lolos
0,600 ( No. 30 )	100
0,300 ( No.50 )	90 -100
0,075 ( No.200 )	75 – 100

(Sumber: Anonim 2010)

### 2.4 Abu Batu Bara

Abu batu merupakan partikel halus yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu dimana abu batu tersebut memiliki sifat keras, awet, dan unsur *pozzolan*. Sehingga abu batu bisa digunakan dalam campuran aspal beton untuk meningkatkan ketahanan suatu campuran aspal (Sukirman 2003). Abu terbang batu bara merupakan bahan *anorganik* sisa pembakaran batu bara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Pada pembakaran batu

bara dalam pembangkit tenaga listrik terbentuk dua jenis abu yakni abu terbang batu bara (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Partikel abu yang terbawa gas buang disebut abu terbang batu bara, sedangkan abu yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku disebut abu dasar. Sebagian abu dasar berupa lelehan abu disebut terak (*slag*). Abu terbang batu bara yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah abu terbang batu bara (*bottom ash*).

Abu batu bara /*bottom ash* adalah material yang sangat halus yang berasal dari sisa pembakaran batu bara. Abu batu bara dapat dijadikan *filler* karena ukuran partikelnya yang sangat halus yang lolos saringan bila disaring dengan menggunakan saringan No. 200 (75 micron) dan mengandung unsur *pozzolan*, sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi rongga dan pengikat pada aspal beton (Adibroto et al, 2008)

## 2.5 Parameter Marshall

Menurut Sukirman (2003), parameter penting yang ditentukan pengujian ini adalah nilai *stability* dan *flow* yang dibaca langsung pada alat *marshall*. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan benda uji pada alat *marshall* dan beban diberikan pada benda uji dengan kecepatan 2 inci/menit atau 51 mm/menit. Beban pada saat terjadi keruntuhan dibaca pada arloji pengukur dari proving ring. Deformasi yang terjadi pada saat merupakan nilai *flow* yang dapat dibaca flow meternya. Nilai *stabilitas* merupakan nilai arloji pengukur dikalikan dengan nilai kalibrasi proving ring, dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji. Para meter lain yang penting adalah berat isi (*density*), rongga dalam butiran (VMA), rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi aspal (VFA) dan *marshall quotient* (Sukirman, 2003).

### 2.5.1 Penentuan kerapatan

Menurut Sukirman (2003), *density* merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Nilai *density* biasanya digunakan untuk membandingkan nilai kepadatan rata-rata lapisan yang telah selesai di lapangan dengan kepadatan di laboratorium yang biasanya  $\geq 96\%$ . Kepadatan ini dipengaruhi oleh temperatur kepadatan, kadar aspal, kualitas dan jenis agregat penyusun campuran.

$$Density = \frac{\text{berat ker ing benda uji (gr)}}{\text{volume benda uji (cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots(1)$$

### 2.5.2 Pengujian kelelahan (*flow*)

Menurut Sukirman (2003), *flow* adalah besarnya bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai keruntuhan. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, dan temperatur pemadatan. Besarnya nilai *flow* diperoleh dari pembacaan arloji saat melakukan pengujian *marshall*. Nilai *flow* adalah nilai pembacaan arloji *flow* pada pengujian *Marshall* dengan satuannya millimeter (mm)

### 2.5.3 Volume pori dalam agregat campuran (VMA)

Menurut Sukirman (2003), volume pori dalam agregat campuran (VMA/Voids in the Mineral Aggregate) adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat dalam beton aspal padat atau volume pori dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan dinyatakan dalam persentase. Sifat ini sangat diperlukan dalam campuran agregat, VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal.

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \% \text{ dari volume bulk beton aspal padat.....(2)}$$

Keterangan:

VMA = volume pori antara agregat di dalam beton aspal padat

$G_{mb}$  = berat jenis *bulk* dari beton aspal padat

$P_s$  = kadar agregat, % terhadap berat beton aspal padat

$G_{sb}$  = berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat

### 2.5.4 Volume pori dalam beton aspal padat (VIM)

Menurut Sukirman (2003), banyaknya pori yang berada dalam beton aspal padat (VIM/Voids In Mix) adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat yang diselimuti aspal. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat, sifat ini merupakan volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kedekatan airnya, sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang akan mengurangi keawetan atau dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat *durabilitas* beton aspal.

$$VIM = 100 - \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \text{ dari volume } \textit{bulk} \text{ beton aspal padat.....(3)}$$

Keterangan :

VIM = volume pori dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat

$G_{mm}$  = berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan

$G_{mb}$  = berat jenis *bulk* dari beton aspal padat

### 2.5.5 Volume pori antara butir agregat terisi aspal (VFA)

Menurut Sukirman (2003), volume pori beton aspal padat (setelah mengalami proses pemadatan) yang terisi oleh aspal atau volume film/selimut aspal (VFA/Voids Filled Asphalt). Persentase pori antara butir agregat yang terisi aspal dinamakan VFA, maka VFA adalah bagian dari VMA terisi oleh aspal. Dengan demikian, aspal yang mengisi VFA adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat atau dengan kata lain VFA inilah yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi film atau selimut aspal.

$$VFA = 100 - \frac{(VMA - VIM)}{VMA} \% \text{ dari VMA} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

VFA = volume pori antara butir agregat yang terisi aspal = % dari VMA

VMA = volume pori antara agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat

VIM = volume pori dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat

**2.5.6 Marshall Quotient (MQ)**

Menurut Sukirman (2003), *Marshall Quotient* adalah perbandingan antara nilai *stabilitas* dan *flow*, yang dipakai sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Bila campuran aspal agregat mempunyai angka kelelahan rendah dan *stabilitas* tinggi menunjukkan sifat kaku, sebaliknya bila nilai kelelahan tinggi dan *stabilitas* rendah maka campuran cenderung *plastis*.

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

MQ = Marshall Quotient, (kg/mm)

MS = Marshall Stability (kg)

MF = Flow Marshall, (mm)

**3. Metode Penelitian**

Tahapan awal pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengkaji data pustaka yang bertujuan untuk mengetahui dasar teori-teori yang berhubungan dengan judul ini sehingga mendapatkan pemahaman yang lebih luas. Langkah selanjutnya menyiapkan bahan-bahan dan alat-alat yang diperlukan dalam penelitian. Adapun untuk tahapannya dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dari material yang digunakan dalam penelitian adalah agregat kasar agregat halus dan abu abu batu seperti analisa saringan dan berat jenis agregat.

Untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) maka terlebih dahulu dicari kadar aspal tengah yang selanjutnya nilai kadar aspal tengah dijadikan nilai patokan untuk pembuatan benda uji, benda uji masing-masing dibuat dengan variasi kadar aspal perkiraan dengan peningkatan dan penurunan sebesar 0,5% yaitu 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% kadar aspal, selanjutnya pengujian benda uji dengan menggunakan alat *marshall test* untuk mendapatkan kadar aspal optimum.

Setelah diperoleh kadar aspal optimum hasil uji marshall di mana syaratnya harus memenuhi spesifikasi maka dilanjutkan pada tahapan selanjutnya yaitu pembuatan benda uji dengan penambahan filler abu batubara dalam campuran aspal beton dengan kadar penambahan masing – masing sampel adalah, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat filler yang diizinkan. Benda uji yang telah ditambahkan dengan filler abu batubara selanjutnya dilakukan perendaman selama 24 jam, dan selanjutnya dilakukan perendaman dalam waduk *bath* selama 30 menit.

Selanjutnya dilakukan pengujian *marshall* yang bertujuan untuk mengetahui nilai *stabilitas*, *flow* dan nilai parameter *marshall* FMA, VIM, VFA dan sejauh mana pengaruh penambahan abu batubara terhadap aspal beton AC-BC (*asphalt concrete-binder corse*) seiring penambahan kadar abu batu bara dalam campuran tersebut.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Pemeriksaan Agregat

Proses pengujian berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis apparent dan penyerapan air pada agregat kasar dilakukan secara berurutan, dikarenakan pada pengujian tersebut memiliki kebutuhan parameter yang sama dan saling terkait, yaitu berat benda uji kering oven, berat benda uji kering permukaan jenuh dan berat benda uji dalam air.

**Tabel 2 Pengujian Berat jenis dan penyerapan agregat 3/4**

No	Sifat agregat	Persyaratan		Hasil	Satuan
		Min	Maks		
1	Berat jenis curah ( <i>Bulk</i> )	2,5		2,604	gr/cm <sup>3</sup>
2	Berat jenis semu	2,5		2,721	gr/cm <sup>3</sup>
3	Berat jenis kering permukaan jenuh	2,5		2,647	gr/cm <sup>3</sup>
4	Penyerapan air		3	0,017	%

**Tabel 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat 3/8**

No	Sifat agregat	Persyaratan		Hasil	Satuan
		Min	Maks		
1	Berat jenis curah ( <i>bulk</i> )	2,5		2,607	gr/cm <sup>3</sup>
2	Berat jenis semu	2,5		2,646	gr/cm <sup>3</sup>
3	Berat jenis kering permukaan jenuh	2,5		2,711	gr/cm <sup>3</sup>
4	Penyerapan air		3	0,015	%

**Tabel 4. Pengujian berat jenis dan penyerapan (Abu Batu)**

No	Sifat agregat	Persyaratan		Hasil	Satuan
		Min	Maks		
1	Berat jenis curah ( <i>bulk</i> )	2,5		2,631	gr/cm <sup>3</sup>
2	Berat jenis semu	2,5		2,706	gr/cm <sup>3</sup>
3	Berat jenis kering permukaan jenuh	2,5		2,847	gr/cm <sup>3</sup>
4	Penyerapan air		3	2,882	%

##### 4.1.2 Uji *Marshall* Untuk Nilai KAO

Pengujian ini bertujuan untuk mencari kadar aspal optimum (KAO). Dari hasil pengujian kadar aspal rencana (Pb) didapatkan nilai sebesar 4%. Setelah didapatkan nilai Pb, maka dilakukan pengujian pada beberapa variasi kadar aspal dengan Pb sebagai acuannya.



**Tabel 5. Pengujian Marshall untuk mencari nilai KAO**

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar aspal (%)				
			4	4,5	5	5,5	6
1.	Density	gr/cm <sup>3</sup>	2,292	2,297	2,307	2,322	2,331
2.	VMA	%	13,79	13,99	14,05	13,99	13,95
3.	VIM	%	6,64	5,80	4,81	3,36	2,57
4.	VFA	%	51,94	58,59	65,97	74,38	81,56
5.	Stability	Kg	1196	1249	1266	1263	1196
6.	Flow	Mm	3,36	3,49	3,46	3,50	3,37
7.	MQ	kg/mm	365	361	368	366	356

Dari hasil pengujian *marshall*, kemudian dapat ditentukan kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum adalah kadar yang menunjukkan kondisi campuran aspal AC-BC yang memenuhi persyaratan spesifikasi meliputi *Density*, VMA, VIM, VFA, *Stabilitas*, *Flow* dan MQ.

**Tabel 6. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran AC-BC**

No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar aspal				
			4,0%	4,5%	5%	5,5%	6,0%
1	Density	-					
2	VMA	Min 14					
3	VIM	3,0 – 5,0					
4	VFA	> 63					
5	Stability	Min 800					
6	Flow	Min 3					
7	MQ	Min 250					

↓  
5%

#### 4.1.3 Hasil Pengujian *Marshall* dengan Abu Batu Bara

Pengujian benda uji dengan menggunakan abu batu bara sebagai *filler* dalam campuran merupakan hasil dari pengujian langsung terhadap benda uji dengan menggunakan kadar aspal 5% yang didapat dari nilai KAO pengujian dan nilai kadar aspal tengah yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus (pb).

**Tabel 7. Pengujian Parameter *Marshall***

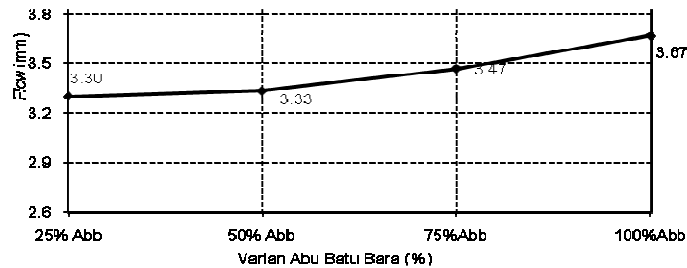
No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Abu Batu Bara (%)			
			25	50	75	100
1.	Density	gr/cm <sup>3</sup>	2,303	2,300	2,299	2,298
2.	VMA	%	14,20	14,29	14,34	14,50
3.	VIM	%	4,97	5,07	5,12	5,18
4.	VFA	%	65,00	64,50	64,28	64,01
5.	Stability	kg	1431	1418	1408	1398
6.	Flow	mm	3,30	3,33	3,47	3,67
7.	MQ	kg/mm	447	428	414	384



## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh batu bara terhadap Flow

*Flow* (kelelahan) adalah besarnya *deformasi* vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi dimana kestabilan menurun. Kelelahan merupakan indikator terhadap kelenturan atau perubahan bentuk plastis campuran beraspal yang diakibatkan oleh beban. Tingkat kelelahan campuran dipengaruhi oleh kadar aspal, temperatur dan *visikositas*. Nilai kelelahan (*flow*) yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1

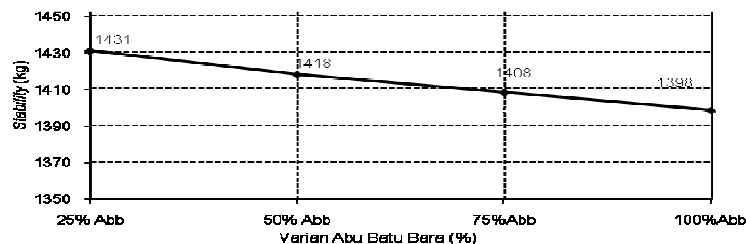


**Gambar 1 Hubungan variasi abu batu bara terhadap nilai *Flow***

Gambar 1 menggambarkan bahwa nilai *Flow* pada campuran aspal mengalami peningkatan pada kadar 25% abu batu bara nilai sebesar 3,30 mm dan kemudian meningkat sebesar 0,91% menjadi 3,33 mm pada kadar 50% abu batu bara, kemudian terus meningkat seiring bertambahnya kadar abu batu bara seiring bertambahnya kadar abu batu bara dalam campuran. Hal ini disebabkan nilai VIM dapat menerima kadar abu batu bara yang bertambah dan rongga dalam campuran menjadi licin.

### 4.2.2 Pengaruh abu batu bara terhadap *Stabilitas*

Perkerasan jalan sangat dituntut untuk memiliki stabilitas yang tinggi, stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir dan kemampuan aspal beton mempertahankan ikatannya. *Stabilitas* merupakan gambaran kemampuan suatu campuran beraspal untuk menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (Deformasi Permanen) seperti alur, gelombang ataupun *bleeding*.



**Gambar 2 Hubungan varian abu batu bara terhadap nilai *Stabilitas***

Pengujian didapat nilai *stabilitas* pada campuran aspal mengalami penurunan dimulai pada kadar 25% abu batu bara nilai *stabilitas* sebesar 1431 kg kemudian menurun sebesar 70,79% pada kadar 50% abu batu bara sebesar 1418

kg nilai *stabilitas* mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar abu batu bara dalam campuran. Hal ini disebabkan oleh menurunnya penggunaan butiran abu batu yang mengakibatkan film aspal menjadi tebal, sehingga fungsi aspal sebagai pengikat berubah menjadi pelicin dan akan menurunnya nilai *stabilitas*. Hubungan varian abu batu bara terhadap nilai *Stabilitas* diperlihatkan pada Gambar 2.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa berdasarkan variasi kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% maka KAO (kadar aspal optimum) yang digunakan adalah 5% aspal dan dari pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa semakin bertambah persentase abu batu bara dalam campuran aspal AC-BC, maka semakin menurun nilai *Stabilitas* namun meningkatkan nilai Flow hal ini disebabkan nilai VIM dapat menerima peningkatan kadar abu batu bara dan rongga dalam campuran bertambah licin. Nilai parameter *Marshall* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi I terdapat pada variasi 25% dengan nilai *Density* sebesar 2,303%, VMA sebesar 14,20%, VIM sebesar 4,97%, VFA sebesar 65,00%, *Stabilitas* sebesar 1431 kg, *Flow* sebesar 3,30 mm dan MQ sebesar 447 kg/mm.

### 5.2 Saran

Saran sebagai bentuk rekomendasi sebagai berikut: Abu batu bara yang merupakan limbah produksi secara physical mirip dengan abu batu (*dust*) yang sering digunakan pada campuran aspal beton namun sebaiknya abu batu bara tidak digunakan untuk campuran aspal beton karena nilai stabilitas akan rendah meskipun nilai flow meningkat. Perlu penelitian lebih lanjut dengan mempertimbangkan variasi abu batu bara.

## Daftar Kepustakaan

- Adibroto F, Yelvi, 2008, *Pemamfaatan limbah abu batu bara sebagai bahan pengganti sebagian semen dan agregat untuk pembuatan paving block*, <http://ojs.polinpdg.ac.id>
- Akbar SJ, Wesli, 2012, *Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC Menggunakan Sekam Padi*, Teras Jurnal Unimal, Lhokseumawe
- Anonim, 2010, *Spesifikasi Umum*, Direktorat Bina Marga, Jakarta
- Hardiyatmo, CH, 2009, *Pemeliharaan Jalan Raya*, Gajah Mada Press, Yogyakarta
- RA, Bukhari, dkk, 2004, *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan Jalan*, Darussalam, Banda Aceh
- Sukirman, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta
- Tahir Anas, 2009, *Karakteristik Campuran Beton Aspal dengan Menggunakan Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*, Smartek, <http://jurnal.untad.ac.id>